

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.09.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Неразрушающий контроль и методы диагностики материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Инновационные конструкционные материалы

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

64

курсовая работа 2

самостоятельная работа

53

часов на контроль

63

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 2 (1.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Неделя                                    | 17      |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Лабораторные                              | 30      | 30  | 30    | 30  |
| Практические                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Контактная работа                         | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Сам. работа                               | 53      | 53  | 53    | 53  |
| Часы на контроль                          | 63      | 63  | 63    | 63  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*дтн, Профессор, Кудря А.В.*

Рабочая программа

**Неразрушающий контроль и методы диагностики материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-2.plx Инновационные конструкционные материалы, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Инновационные конструкционные материалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель – научить методам и средствам неразрушающего контроля; научить выбору оптимального метода для внутрипроизводственного контроля и приемки материалов, экспертной оценке качества и определению соответствия требованиям отечественных и международных стандартов. Научить методам диагностики и прогноза работоспособности материалов, оборудования и конструкций. |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.03 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве   |            |
| 2.1.2      | Мониторинг технологий   |            |
| 2.1.3      | Стандартизация и сертификация в металлургии   |            |
| 2.1.4      | Учебная практика  |            |
| 2.1.5      | Компьютерная металлография  |            |
| 2.1.6      | Материаловедение и технологии перспективных материалов  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Современные конструкционные материалы   |            |
| 2.2.2      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.3      | Преддипломная практика  |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|   |  |
|---|--|
| <b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>   |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ПК-1-33 процедуру согласования предложений по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей термической и химико-термической обработки   |  |
| <b>УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>   |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| УК-3-31 методы и схемы неразрушающего контроля, внутрипроизводственного контроля и приемки материалов, методы экспертной оценки качества и определения соответствия требованиям отечественных и международных стандартов, методы диагностики и прогноза работоспособности материалов, оборудования и конструкций  |  |
| <b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>   |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| ПК-1-32 основные зависимости эксплуатационных свойств деталей машин и приборов, инструментов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки   |  |
| ПК-1-31 стандарты на инструментальные и конструкционные материалы   |  |
| <b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b> |  |
| <b>Знать:</b>   |  |
| УК-1-31 возможные дефекты металлопродукции, причины их появления с учетом наследственности дефектов, методы диагностики, механизмы разрушения, методы фрактографии  |  |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| УК-1-У2 анализировать возможность взаимозаменяемости методов и схем с учетом потенциальной природы дефекта, и их эффективность  |  |
| УК-1-У1 оценивать возможность применения методов и схем неразрушающего контроля с учетом физических основ различных методов, оценивать дефекты в металлоизделиях  |  |

|   |
|---|
| <b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПК-1-У1 формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материалов или технологий их получения  |
| <b>УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-3-У1 оценивать обоснованность решений по отбраковке продукции, коррекции технологии, регламенту эксплуатации, оптимизации диагностики и восстановительных работ для оборудования, конструкций и сооружений   |
| <b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-1-В1 опытом внесения предложений по изменению требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материала или технологии их получения; иметь опыт назначения или коррекции технологии, режимов эксплуатации объекта, отбраковки продукции, оптимизации графика ремонтно-профилактических работ   |
| ПК-1-В2 навыками выбора металлических и неметаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента, навыками определения необходимости и направления дальнейших исследований и разработки средств неразрушающего контроля   |
| <b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-1-В2 навыками количественного описания поверхности и ее рельефа с учетом возможностей цифровых средств сбора информации, лазерной дифрактометрии, эллипсометрии, рефлексомерии   |
| УК-1-В1 навыками обнаружения дефектов в материале конструкции (триангуляция), наблюдения кинетики их развития, выбор наиболее «опасного» из них, прогноз критического состояния объекта   |
| <b>УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-3-В2 навыками выбора средств неразрушающего контроля, накопления и хранения информации, определения диапазона возможностей и средства выбора; возможностей аналоговых и цифровых средств обработки информации, алгоритмов измерения  |
| УК-3-В1 навыками прогноза возможных причин отказа, предупреждение разрушения, определение необходимых информативных параметров и выбор методов контроля эксплуатационной надежности и качества материалов   |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Организация неразрушающего контроля на предприятии</b>  |                |       |                                    |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Методы и средства неразрушающего контроля, области применения и производительность. Системы стандартизации, метрологического обеспечения и сертификации средств неразрушающего контроля. /Лек/ | 2              | 2     | УК-3-31                            | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э3       |            |    |                    |

|     |   |   |    |   |   |  |  |  |
|-----|---|---|----|---|---|--|--|--|
| 1.2 | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала /Ср/  | 2 | 4  | УК-3-31   | Л1.1 Л1.3<br>Э1 Э3                                      |  |  |  |
|     | <b>Раздел 2. Физические основы методов неразрушающего контроля</b>  |   |    |   |   |  |  |  |
| 2.1 | Физические основы различных методов неразрушающего контроля. Классификация видов контроля, их назначение. Основные типы дефектоскопов, толщиномеров, структуроскопов. Уровни чувствительности. Основные области применения. Принципы выбора информативных параметров, конструирования измерительных систем. /Лек/ | 2 | 5  | ПК-1-32 ПК-1-У1 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-3-31   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.7<br>Э1 Э2 Э3                      |  |  |  |
| 2.2 | Прогноз разрушения по измерениям акустической эмиссии. /Лаб/  | 2 | 4  | ПК-1-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-У1 УК-3-В1   | Л1.4 Л1.5<br>Л1.6<br>Э1 Э2 Э3                           |  |  |  |
| 2.3 | Мониторинг разрушения по измерениям акустической эмиссии. /Лаб/   | 2 | 4  | ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1                                 | Л1.4 Л1.5<br>Л1.6<br>Э1 Э2 Э3                           |  |  |  |
| 2.4 | Ультразвуковая дефектоскопия. /Лаб/   | 2 | 2  | ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-3-В2                         | Л1.1 Л1.3<br>Л1.7<br>Э1 Э2 Э3                           |  |  |  |
| 2.5 | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/   | 2 | 14 | ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-3-В2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6<br>Л1.7<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |
|     | <b>Раздел 3. Анализ факторов качества металлопродукции</b>  |   |    |   |   |  |  |  |

|   |  |   |    |   |   |  |  |  |
|---|--|---|----|---|---|--|--|--|
| 3.1                                     | Состояние поверхности как характеристика качества металлопродукции. Принципы анализа, синтеза и фильтрации изображений. Средства автоматизации визуального макроконтроля. Анализ изломов для идентификации структурных и металлургических факторов качества, экспертных оценок причин разрушения конструкций. Интроскопия. Рентгеновская реконструктивная вычислительная томография. /Лек/ | 2 | 5  | ПК-1-31 УК-1-31 УК-3-31                                 | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Э1 Э3              |  |  |  |
| 3.2                                     | Контроль качества стали по излому. /Лаб/   | 2 | 4  | УК-1-31 УК-3-У1   | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Э1 Э3              |  |  |  |
| 3.3                                     | Идентификация типа топографии поверхности, изломов по измерениям на лазерном профилографе. /Лаб/   | 2 | 6  | УК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1                                 | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8<br>Э1 Э3                  |  |  |  |
| 3.4                                     | Изломы. Методы количественного анализа поверхности разрушения. Контрольная работа 1 /Пр/   | 2 | 4  | ПК-1-31 УК-1-31 УК-3-У1 УК-3-В1                         | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8<br>Э1 Э3                  |  |  |  |
| 3.5                                     | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам и практическому занятию /Ср/  | 2 | 14 | ПК-1-31 УК-1-31 УК-1-В2 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1         | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Э1 Э3              |  |  |  |
| <b>Раздел 4. Классификация дефектов</b> |  |   |    |   |   |  |  |  |
| 4.1                                     | Дефекты поковок и отливок: флокены, усадочные раковины, поры, межкристаллитные, ковочные трещины, внутренние разрывы. Дефекты микроструктуры. Контроль качества. Дефекты продукции прокатного производства. Нормы качества поверхности. Дефекты поверхности слитка, прутков, полос, профилей. Наследственность дефектов. /Лек/   | 2 | 3  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 УК-1-31                         | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э3 |  |  |  |
| 4.2                                     | Оценка макроструктуры с помощью оптических средств контроля. Методы количественного анализа поверхности разрушения /Лаб/   | 2 | 6  | ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-В2 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-3-31 УК-3-В2 | Л1.4 Л1.5<br>Э1 Э3                          |  |  |  |
| 4.3                                     | Дефекты стали. /Пр/  | 2 | 5  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-3-У1 | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э3 |  |  |  |

|   |   |   |    |   |  |  |  |  |
|---|---|---|----|---|--|--|--|--|
| 4.4   | Оптические средства контроля. Критерии отбраковки.<br>Контрольная работа 2 /Пр/   | 2 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-В2 УК-3-У1 УК-3-В1   | Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Э1 Э3  |  |  |  |
| 4.5   | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе и практическим занятиям /Ср/  | 2 | 16 | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 УК-1-31 УК-1-У1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-3-В2                         | Л1.4 Л1.5<br>Л1.8Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э3                                      |  |  |  |
| <b>Раздел 5. Место неразрушающего контроля в управлении качеством продукции</b> |   |   |    |   |  |  |  |  |
| 5.1   | Выборочный приемочный контроль и критерии браковки, выявленный и не выявленный брак. Риск поставщика и риск потребителя.<br>Распределение ресурсов на пооперационный и приемочный контроль и управление технологией.<br>Диагностика состояния машин и сооружений и прогнозирование их работоспособности.<br>Критерии принятия решений о выводе из эксплуатации, ремонте, замене.<br>/Лек/ | 2 | 2  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-3-31 УК-3-В2   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.7<br>Л1.8Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3                      |  |  |  |
| 5.2   | Цифровые средства сбора информации. /Лаб/   | 2 | 4  | УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В2   | Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э3   |  |  |  |
| 5.3   | Самостоятельное изучение литературы. Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе /Ср/  | 2 | 5  | ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-3-В2                                 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л2.1<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3      |  |  |  |
| <b>Раздел 6. Защита курсовой работы</b>   |   |   |    |   |  |  |  |  |
| 6.1   | Защита курсовых работ /Пр/  | 2 | 4  | ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 УК-3-В2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5 Л1.6<br>Л1.7<br>Л1.8Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 |  |  |  |

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

| <b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b> |                         |   |  |
|---|-------------------------|---|--|
| Код КМ  | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций  | Вопросы для подготовки   |
| КМ1   | Контрольная работа 1    | УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;УК-1-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | <p>1. При каком размере объекта, наблюдаемого на отшлифованной поверхности детали в световом микроскопе, его можно отличить от «точки»?</p> <p>2. Стальные шарики диаметром 2, 3, 4, 8 мм бросают с высоты 100 мм на поверхность ударного образца, что может происходить при этом в образце? Можно ли зафиксировать эти явления с использованием метода акустической эмиссии?</p> <p>3. Лазерная профилометрия рабочей поверхности рельсов от двух поставщиков дала оценки шероховатости: высота профиля 550 и 230, а средний шаг местных выступов профиля ~200 и 150 мкм. Сопоставить качество рельсов исходя из результатов неразрушающего контроля.</p> |
| КМ2   | Контрольная работа 2    | УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | <p>1. Оценить по виду строения излома конструкционной улучшаемой стали наличие аномалий разрушений и возможность их обнаружения методами акустической эмиссии.</p> <p>2. Оценить по виду строения излома конструкционной улучшаемой стали наличие аномалий разрушения и возможность их обнаружения средствами магнитной дефектоскопии.</p> <p>3. Оценить по виду излома конструкционной улучшаемой стали механизмы разрушения, степень их опасности и возможность обнаружения, вызвавших их причин (структурных или металлургических) средствами ультразвукового контроля.</p>   |



|     |         |   |  |
|-----|---------|---|--|
| КМЗ | Экзамен | УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | <p>1 Методы и средства неразрушающего контроля, области применения и производительность. (УК-7-31)</p> <p>2 Структура затрат на неразрушающий контроль, статистические методы управления качеством продукции. (УК-7-31)</p> <p>3 Системы стандартизации, метрологического обеспечения и сертификации средств неразрушающего контроля.</p> <p>4 Охрана труда и безопасность при различных видах неразрушающего контроля.</p> <p>5 Физические основы электромагнитного и вихретокового контроля.</p> <p>6 Классификация видов электрического, магнитного и вихретокового контроля, их назначение.</p> <p>7 Основные типы дефектоскопов, толщиномеров, структуроскопов.</p> <p>8 Уровни чувствительности. Физические основы контроля излучениями. Оптический и тепловой контроль.</p> <p>9 Радиационный контроль. Радиография. Радиоскопия и радиометрия. Основные области применения. Уровни чувствительности.</p> <p>10 Меры безопасности при СВЧ и радиационном контроле. Капиллярные методы и средства неразрушающего контроля.</p> <p>11 Физические основы методов акустического и ультразвукового контроля.</p> <p>12 Принципы выбора информативных параметров, конструирования измерительных систем (преобразователи, фильтрация сигналов, системы калибровки, цифровые средства сбора, накопления и хранения информации).</p> <p>13 Приемы, возможность определения местоположения и оценки размеров дефектов методами ультразвуковой дефектоскопии.</p> <p>14 Использование акустической эмиссии для прогноза разрушения и диагностики оборудования и конструкций.</p> <p>15 Состояние поверхности как характеристика качества металлопродукции. Методы изучения поверхности и ее рельефа: эллипсометрия, рефлексометрия, профилография, лазерная дифрактометрия.</p> <p>16 Принципы анализа, синтеза и фильтрации изображений.</p> <p>17 Оптическое и цифровое Фурье-преобразование изображений.</p> <p>18 Средства автоматизации визуального макроконтроля.</p> <p>19 Анализ изломов для идентификации структурных и металлургических факторов качества, экспертных оценок причин разрушения конструкций</p> <p>20 Интроскопия. Выделение и обработка сигналов. Формирование и опознавание изображения объекта в ультразвуковой, магнитной и вихретоковой интроскопии.</p> <p>21 Рентгеновская реконструктивная вычислительная томография. Разрешение и надежность интроскопов.</p> <p>22 Дефекты поковок и отливок: флокены, усадочные раковины, поры, межкристаллитные, ковочные трещины, внутренние разрывы.</p> <p>23 Дефекты микроструктуры. Контроль качества. Дефекты продукции прокатного производства.</p> <p>24 Нормы качества поверхности. Дефекты поверхности слитка, прутков, полос, профилей.</p> <p>25 Наследственность дефектов. Листы и ленты - дефекты поверхности и макрогеометрии. Дефекты проволоки и фольги.</p> <p>26 Выборочный приемочный контроль и критерии браковки, выявленный и невыявленный брак.</p> <p>27 Риск поставщика и риск потребителя.</p> <p>28 Распределение ресурсов на пооперационный и приемочный контроль и управление технологией.</p> <p>29 Управление качеством продукции на основе статистического анализа больших массивов данных производственного контроля.</p> <p>30 Диагностика состояния машин и сооружений и прогнозирование их работоспособности. Критерии принятия решений о выводе из эксплуатации, ремонте, замене.</p> |
|-----|---------|---|--|

| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |                       |   |  |
|---|-----------------------|---|--|
| Код работы  | Название работы       | Проверяемые индикаторы компетенций  | Содержание работы  |
| P1  | Лабораторная работа 1 | УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-1-В1   | Прогноз разрушения по измерениям акустической эмиссии  |
| P2  | Лабораторная работа 2 | УК-1-У1;УК-1-В1;УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;ПК-1-В1   | Мониторинг разрушения по измерениям акустической эмиссии   |
| P3  | Лабораторная работа 3 | УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1   | Ультразвуковая дефектоскопия   |
| P4  | Лабораторная работа 4 | УК-1-31;УК-1-В2;УК-3-В1   | Контроль качества стали по излому  |
| P5  | Лабораторная работа 5 | УК-1-31;УК-1-В1;УК-3-У1;УК-3-В1;ПК-1-31   | Идентификация типа топографии поверхности, изломов по измерениям на лазерном профилографе                          |
| P6  | Лабораторная работа 6 | УК-1-В1;УК-1-В2;УК-3-31;УК-3-В2;ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-1-В2   | Оценка макроструктуры с помощью оптических средств контроля. Методы количественного анализа поверхности разрушения |
| P7  | Лабораторная работа 8 | УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В2   | Цифровые средства сбора информации   |
| P8  | Курсовая работа       | УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-3-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2 | Общая тема "Сопоставление эффективности методов неразрушающего контроля"   |

### **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзамен является заключительной аттестацией и этапом формирования компетенций студента при изучении дисциплины. Направлен на проверку и оценки знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков. Экзамен проводится по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. Экзамен проводится в письменной форме. Студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов, представляющих собой проблемные задачи. Билеты хранятся на кафедре. Время, отведенное на экзамен составляет 2 часа. Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором. Допуском к экзамену является успешное выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости). Обязательным условием допуска к экзамену является написание всех контрольных работ на оценку не менее, чем «удовлетворительно» и защита курсовой работы.

### **5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|   | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
|---|--|--|------------------------|---|
| Л1.1                                    | Чахлов В. Л.   | Известия Томского политехнического университета:<br>Неразрушающий контроль и диагностика: сборник статей:<br>журнал  | Электронная библиотека | Томск: Томский политехнический университет, 1998                        |
| Л1.2                                    | Сашина Л. А.   | Радиационный неразрушающий контроль:<br>учебное пособие  | Электронная библиотека | Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012        |
| Л1.3                                    | Латышенко К. П.,<br>Чуриков А. А.,<br>Пономарев С. В.,<br>Мозгова Г. В.,<br>Коньшева Н. А. | Неразрушающий контроль:<br>учебное пособие   | Электронная библиотека | Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017 |
| Л1.4                                    | Викарчук А. А., др.,<br>Мерсон Д. Л.   | Перспективные материалы.<br>Структура и методы исследования: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и 'Металлургия'   | Библиотека МИСиС       | М.: Тольятт. гос. ун-т, 2006  |
| Л1.5                                    | Мерсон Д. Л.   | Перспективные материалы. Т. II: Конструкционные материалы и методы управления их качеством: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. дипломир. специалистов - 'физическое материаловедение' и 'металлургия' | Библиотека МИСиС       | Тольятти: Тольятт. гос. ун-т,   |
| Л1.6                                    | Ханжин В. Г.,<br>Никулин С. А.   | Применение метода акустической эмиссии при испытаниях материалов для ядерной энергетики: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. - Физика металлов и спец. - Металловедение и термическая обработка металлов     | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2008  |
| Л1.7                                    | Алешин Н. П.,<br>Бобров В. Т., Ланге Ю. В., Щербинский В. Г., Клюев В. В.                  | Ультразвуковой контроль:<br>учеб. пособие  | Библиотека МИСиС       | М.: Спектр, 2011  |
| Л1.8                                    | Штремель М. А.   | Кн.1: Разрушение материала   | Библиотека МИСиС       | , 2014  |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |  |  |                        |   |
|   | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год   |
| Л2.1                                    | Бернштейн М. Л.,<br>Рахштадт А. Г.   | Т.1: Методы испытаний и исследования   | Библиотека МИСиС       | , 1983  |
| Л2.2                                    | Бернштейн М. Л.,<br>Рахштадт А. Г.   | Т.2: Основы термической обработки  | Библиотека МИСиС       | , 1983  |

|      | Авторы, составители  | Заглавие                                       | Библиотека       | Издательство, год     |
|------|--|--|------------------|-----------------------|
| Л2.3 | Бернштейн М. Л.,<br>Брунзель Ю. М.,<br>Голованенко С. А.,<br>др., Бернштейн М.<br>Л., Рахштадт А. Г. | Т.3: Термическая обработка<br>металлопродукции | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgia, 1983 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э1 |  | <a href="http://mitom.folium.ru">http://mitom.folium.ru</a>   |
| Э2 |  | <a href="https://t-ndt.ru/nerazrushayushhij-kontrol-metodyi,-xarakteristiki,-preimushhestva-1888.html">https://t-ndt.ru/nerazrushayushhij-kontrol-metodyi,-xarakteristiki,-preimushhestva-1888.html</a> |
| Э3 |  | <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>   |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| П.1 | Win Pro 10 32-bit/64-bit |
| П.2 | Microsoft Office         |
| П.3 | MS Teams                 |
| П.4 | CAD                      |
| П.5 | MATLAB                   |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                                  | Назначение   | Оснащение  |
|---------------------------------------|--|--|
| Любой корпус<br>Мультимедийная        | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus  |
| Читальный зал №4 (Б)                  |  | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |
| Читальный зал<br>электронных ресурсов |  | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.   |
| A-211                                 | Учебная лаборатория оптической микроскопии им. Н.А. Минкевича:                                       | "дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер"   |
| A-221a                                | Компьютерный класс:  | ПК-15 шт., моноблок - 1 шт., пакет лицензионных программ MS Office, доска, комплект учебной мебели   |
| A-213                                 | Учебная лаборатория Печной зал:  | проектор мультимедийный, моноблок -1 шт, печь камерная, печь муфельная 5 ед.   |
| A-04                                  | Учебно-научный центр механических испытаний «МИСиС-INSTRON» МКЛ "Наноматериалы" Каф. МиФП            | "Моноблок - 1шт., микроскоп аксиоскоп 40 , испытательная машина Инстрон , твердомер для измерений по роквеллу mastromet 5101, стенд сервогидравлический 150lx sates в комплекте , комплект оборудования для установки к инв.№11022407 , комплект оборудования для разрывной испытательной машины Istron, станок для нанесения концентратов, комплекс для определения ударной вязкости, система испытательная электромеханическая Инстрон, оптико-эмиссионный спектрометр , весы аналитические" |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

На практических и лабораторных занятиях проводится обсуждение проблем, связанных с применением методов неразрушающего контроля с учетом природы дефектов металлопродукции, возможности проверки эффективности метода

на основе использования (дополнительно) результатов разрушающего контроля. При реальных испытаниях в лабораторных условиях студенты учатся обрабатывать результаты, интерпретировать их, готовить заключения о возможных причинах разрушения изделий; учатся прогнозировать качество металлопродукции на основе статистической обработки баз данных производственного контроля процесса и продукта реального технологического процесса.

Текущий контроль, контрольные работы и экзамен проводятся с целью выявления полученных в результате изучения дисциплины знаний, навыков и умений студентов. Курсовая работа основана на анализе литературных источников, включающих информацию о методах использования неразрушающего контроля при выявлении дефектов металлопродукции. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется при индивидуальном опросе студентов во время практических занятий и в результате письменных контрольных работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Неразрушающий контроль и методы диагностики материалов» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке магистров профиля Инновационные конструкционные материалы. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.